

## A talajok sótartalmának hatása az árpa növekedésére és tápanyagfelvételére

C. P. B. BHATNAGAR és J. S. P. YADAV

Központi Szikkutató Intézet, Karnal, Haryana (India)

A talajok nagy sótartalma, lúgos kémhatása kedvezőtlen fizikai és kémiai tulajdonságokat okoz, káros irányban befolyásolja a növények növekedését. A rossz nedvesség-talajlevegő aránnyal, tápanyag egyensúllyal, illetve annak hiányával csökkent mikrobiológiai aktivitással és más kedvezőtlen jellemzőkkel rendelkező, hatalmas kiterjedésű szikes talajok ezért nem hasznosíthatók a növénytermesztés számára a világ különböző országaiban, elsősorban az arid és szemi-arid területeken. E talajok kiterjedésére és tulajdonságaira vonatkozó közlemények száma az utóbbi években igen gyors növekedést mutat, ami elsősorban az öntözőrendszerekkel kapcsolatos hibás vízgazdálkodás következménye. Figyelembe véve, hogy a növekvő népesség élelmiszerszükséglete is nagyobb lesz, a szikes talajoknak a növénytermesztésre történő optimális felhasználásának szükségessége teljesen nyilvánvaló.

A mezőgazdasági növények nagyon eltérőek a talajok sótartalmának, lúgos kémiai reakciójának tűrése tekintetében. Nagyszámú — a gazdálkodók földterületein végzett — észlelés és vizsgálat alapján AGARWAL és YADAV [1] elkészítették az indiai Gangesz-allúvium talajaira vonatkozó növényi só- és alkáli reakció tűrőképességi skálát. Az árpa ezen tapasztalatok és a besorolás alapján sótűrő növénynek mutatkozott. Jelen cikkünk az árpával végzett kutatások eredményeivel foglalkozik. A vizsgálatok során a növény növekedését és tápanyagfelvételét tanulmányoztuk különböző sótartalmú szikes talajokon.

### Anyag és módszer

A vizsgálatokat tenyészedenyben végeztük, amelyben a Gangesz-allúviumról begyűjtött talajt használtuk fel. A talaj kezdeti jellemzőit az 1. táblázatban foglaltuk össze. A kísérleti talajon hét különböző sótartalmi, illetve lúgossági szintet hoztunk létre mesterségesen úgy, hogy a talajhoz NaCl-t,  $\text{CaCl}_2$ -t és  $\text{NaHCO}_3$ -t adagoltunk oldat formájában. A különböző sótartalmi és lúgossági szintet az elektromos vezetőképességgel (EC), illetve a kicserélhető  $\text{Na}^+$  %-os értékével (ESP) mértük:

EC (mmhos) — Kontroll (0,7); 4,3; 8,1; 12,3; 16,3; 20,3; 24,3.

ESP — Kontroll (6,2); 15,2; 30,1; 44,9; 60,2; 75,1; 90,2.

1. táblázat

## A kísérleti talaj kiindulási jellemzői

pH	CaCO <sub>3</sub>	(1) Telftési	(2) Elektromos vezető- képesség (EC) mmhos/cm	(3) Adszorpciós kapacitás mg/100 g (CEC)	(4) Ki- cserélhető Na+ % (ESP)	(5) Szerves C	(6) Összes N	(7) Mechanikai összetétel, %			
	%							Durva	Finom	Iszap	Agyag
								homok			
7,4	0,24	41,6	0,68	11,9	6,2	0,64	0,06	3,0	24,2	44,5	26,5

Négyszeres ismételtesben állítottuk be a kezeléseket, az egyes edényekbe 4 kg talaj került, az edényeket polietilén fóliával béleltük ki. Minden edénybe 20 szem árpát vetettünk a *K-18*-as fajtából, de végül is csak 4 növényt tartottunk meg edényenként és ezeket hagytuk beérni. A kísérletben az adott növényre általában javasolt műtrágyaadagokat alkalmaztuk. Jó minőségű öntözővizet használtunk az öntözésre felváltva, hol a talaj felszínére, hol pedig a gyökérzóna felől, lesüllyesztett polietilén csövek segítségével adagolva. Ezzel a módszerrel egyenletes sóeloszlást hoztunk létre a talajban. A biometriai értékelést a növény magasságra, a szárazanyag-termékre, valamint a szemtermésre vonatkozóan a növények érett állapotában végeztük el. A növény-mintákat minden kezelésből aratáskor vettük a N, P, Ca, Mg, Na meghatározásához. A meghatározások során a JACKSON [8], valamint az USDA Handbook 60. által javasolt módszereket alkalmaztuk.

## Eredmények és értékelésük

## A növény növekedése

A különböző sótartalom és alkáli szintekhez tartozó, a csírázásra, növény-magasságra, szárazanyag-tartalomra, szemtermésre, szalma mennyiségére vonatkozó adatokat a 2. táblázatban gyűjtöttük össze.

## Csírázás

Az EC = 4 mmhos/cm érték esetén a sótartalom nem volt semmiféle kedvezőtlen hatással a csírázásra, de növekvő, szignifikáns csírázáscsökkenést tapasztaltunk a sótartalomnak EC = 4 mmhos/cm-es érték fölé való növekedése esetén. A csírázás 50%-os csökkenését észleltük, amikor a talajok vezetőképessége 12,3 mmhos/cm fölé emelkedett. A csírázási arány EC = 16,3 mmhos/cm és 28,3 mmhos/cm mellett csak 25%-os illetve 10%-os volt, EC = 24 mmhos/cm esetén pedig a csírázás elmaradt. Ezek az eredmények összhangban vannak azzal, amit MAGISTAD [9], MALIWAL és PALIWAL [10], valamint SHING és LAL [15] találtak. A kezdeti állapotban nagyobb sótartalom mellett is kielégítő csírázást találtunk, de később a nagyobb sótartalmú talajokon a csírázás drasztikus csökkenését észleltük.

A különböző alkáli szintek sokkal nagyobb kárt okoztak a csírázásban, mint a sótartalmi szintek, feltételezhetően azért, mert a rosszabb fizikai és kémiai talajtulajdonságok inkább az erősen lúgos kémhatással vannak kapcsos-

2. táblázat

Különböző sótartalom és alkáli szintek hatása az árpa növekedésére és szemtermésére

(1) Kezelések	(2) Csírázás, %	(3) Növény magasság, cm	(4) Szárz- anyag	(5) Szem- termés	(6) Szalma termés
			g/edény		
a) Kontroll	90	59,2	43,6	17,2	26,4
b) Sótartalmi szintek (EC×10 <sup>3</sup> )					
4,5	90	60,4	44,8	17,7	27,1
8,1	70	36,0	25,2	8,8	16,4
12,3	45	24,6	19,6	6,2	13,4
16,3	25	9,8	9,0	2,4	6,8
20,3	10	7,0	3,2	0,8	2,4
24,3	*	*	*	*	*
c) Alkáli szintek (ESP)					
15,2	85	57,2	41,8	15,9	25,9
30,1	50	23,8	19,0	5,8	13,2
44,9	20	6,4	0,8	0,6	2,2
60,2	*	*	*	*	*
75,1	*	*	*	*	*
90,2	*	*	*	*	*
SzD <sub>5%</sub>	6,53	0,26	0,40	0,14	0,30

\* = teljesen hiányzik

latban. ESP = 30 mellett 50%-os csírázáscsökkenést tapasztaltunk és ESP = 60 és ezen érték felett nem tapasztaltunk csírázást. Az ESP növekedése miatti csírázáscsökkenést észlelt már CHANG és DRAGNE [6], PEARSON és BERNSTEIN [12], valamint POONIA és munkatársai [13] is.

#### A növény magassága

EC = 4 mmhos/cm-es sótartalmi szint felett minden újabb sótartalombeli növekedés csökkenést okozott a növény növekedésében. E szinten azonban kedvező hatást tapasztaltunk, valószínűleg a megfelelőbb ozmotikus környezet és kationösszetétel miatt. EC = 4 mmhos/cm-es sótartalom kedvező hatását tapasztalta SHING és munkatársai [14], SINELNYIKOVA [16], FERGUSON és HEADLIN [7] a tápanyagfelvételre, bár a sótartalom további emelkedésével itt is markáns hanyatlás következett be. Körülbelül 50%-os növénymagasságcsökkenést észleltünk a EC = 12,3 mmhos/cm, és 90%-os csökkenést a EC = 20,3 mmhos/cm vezetőképesség esetén. A sótartalom növekedése hatására bekövetkező növénymagasság-csökkenést írják le NOURI és munkatársai [11], valamint CARLOS és BINGHAM [5].

A csírázáshoz hasonlóan a növénymagasságot is jobban befolyásolták kedvezőtlen irányba az egyes alkáli szintek (koncentrációk), mint a sótartalom értékek. Jóllehet már ESP = 15-nél is a növénymagasság csökkenésére irányuló tendencia volt megfigyelhető, éles csökkenést azonban csak ESP = 30,1, illetve 44,9-nél találtunk. Ezekben az utóbbi esetekben a csökkenés

60% illetve 90% volt (1. ábra). A növény növekedése teljesen elmaradt  $ESP = 60,2$ -nél illetve felette. A nagyobb alkáli szinteknek ez a káros hatása nyilvánvalóan a kicserélhető nátrium feleslegének következménye, amely a talajok diszperzióját, a pH növekedését, a levegőzöttség leromlását és csökkent tápanyagfelvételt okoz. Hasonló megfigyeléseket tettek AGRAWAL és munkatársai [2], CHANG és DRAGNE [6], BAJWA és BHUMBLA [4] valamint POONIA és munkatársai [13].

#### *Szárazanyag produkció és szemtermés*

A kontrollhoz viszonyítva,  $EC = 4,3$  mmhos/cm-es sótartalomig kismértékű növekedést tapasztaltunk az árpa szárazanyag hozamában, szemtermésében és a szalma mennyiségében. Amikor azonban a sótartalom a jelzett érték fölé emelkedett, a fenti paraméterekben szignifikáns csökkenés következett be. A csökkenés kifejezettebb volt  $EC = 16,3$  és  $20,3$  mmhos/cm-nél,  $EC = 24,3$  mmhos/cm esetén sem szárazanyag, sem szemtermés nem képződött. Az adatok azt igazolják, hogy a talaj sótartalmának kedvezőtlen hatása viszonylag nagyobb az említett jellemzőkre, mint a csírázásra és a növénymagasságra. A talaj nagyobb alkáli szintjei által okozott kedvezőtlenebb fizikai tulajdonságok és kedvezőtlenebb tápanyagállapot a szárazanyag produkció, a szemtermés és a szalma mennyiségének csökkenését eredményezték. Ugyanúgy, mint a csírázás és növénymagasság esetében szárazanyag termelést és szemtermést nem tudtunk mérni  $ESP = 60,2$  értéknél és a felett. Több mint 50%-os csökkenést mértünk már  $ESP = 30,1$ -nél is.

#### *Tápanyagfelvétel*

A 3. táblázat adatai azt mutatják, hogy a talaj sótartalmának növekedésével a nitrogén növénybeli koncentrációja növekszik, míg a növény által felvett összes nitrogénmennyiség csökken. A talaj sótartalmával párhuzamosan növekvő növénybeli nitrogénkoncentráció oka valószínűleg a kisebb szárazanyag-tartalom. Az alkalinitás növekedésével szintén növekszik a nitrogénkoncentráció, amelynek oka a visszamaradt növekedés és a kisebb szárazanyag-tartalom. A nitrogénfelvétel azonban a lúgos kémhatás minden emelkedésére szignifikánsan csökkent, mivel ez utóbbi tulajdonság erősen lerontja a talaj fizikai és kémiai állapotát. Ez a megfigyelés összhangban van BAINS és munkatársai [3] észleléseivel, akik nagyobb talaj sótartalom esetén a nitrogén és a nitrát mennyiségének növekedését figyelték meg. A talaj sótartalmának és alkalinitásának növekedésével csökkenő tendenciát figyeltünk meg mind a foszforfelvételben, mind pedig a kalcium és a magnéziumfelvételben, valamint a koncentrációértékben. A fenti elemek felvételében kismértékű növekedést tapasztaltunk a kontrollhoz képest  $EC = 4$  mmhos/cm sótartalom mellett. BAJWA és BHUMBLA [4] azt tapasztalta, hogy a talajok alkalinitásának növekedésével a növények Mg tartalma csökken. POONIA és munkatársai [13] azt figyelték meg, hogy az  $ESP$  növekedésével a növények Mg tartalma kismértékben növekedett.

A Ca, Mg és P-hoz viszonyítva ellentétes hatás volt megfigyelhető a Na esetében, amelynek koncentrációja a talajok sótartalmának és alkalinitásának növekedésével párhuzamosan szintén növekszik. A növény Na koncentrációjának a sótartalom és az alkalinitás hatására történő növekedését írták le

## 3. táblázat

Különböző sótartalom és alkáli szintek hatása az érett árpa N, P, Ca, Mg, Na felvételére és koncentrációjára

(1) Kezelések	N		P		Ca		Mg		Na	
	%	(2) Felvett mg/edény	%	(2) Felvett mg/edény	%	(2) Felvett mg/edény	%	(2) Felvett mg/edény	%	(2) Felvett mg/edény
a) Kontroll	1,25	545	0,28	122	0,42	181	0,27	117	1,14	675
b) Sótartalmi szintek ( $EC \times 10^3$ )										
4,3	1,27	569	0,30	134	0,42	187	0,27	121	1,96	1184
8,1	1,30	328	0,24	61	0,41	103	0,26	67	2,41	868
12,3	1,34	263	0,20	39	0,40	78	0,25	50	2,92	718
16,3	1,40	126	0,16	14	0,39	35	0,25	22	3,72	365
20,3	1,46	47	0,13	4	0,38	12	0,23	8	3,86	270
24,3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
c) Alkáli szintek (ESP)										
15,2	1,28	535	0,26	92	0,40	167	0,25	105	2,18	1329
30,1	1,30	247	0,16	30	0,38	73	0,25	49	3,42	814
44,9	1,44	40	0,10	2	0,36	10	0,23	6	3,84	246
60,2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
75,1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
90,2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SzD <sub>5%</sub>		3,1		3,1		3,9		0,9		2,9

\* = a felnőtt növény teljes hiánya miatt nem áll adat rendelkezésre.

NOURI és munkatársai [11], CARLOS és BINGHAM [5], AGARWAL és munkatársai [2], BAINS és munkatársai [3], BAJWA és BHUMBLA [4] valamint POONIA és munkatársai [13]. A nagyobb sótartalom és alkalinitás hatására bekövetkező nagyobb Na koncentráció nyilvánvalóan a nátriumnak a növekedés közegében levő relatív túlsúlyának és a gátolt növényi növekedésnek együttes következménye. A Na-felvétel azonban csökkenő tendenciát mutat a csökkent szárazanyag-tartalom miatt.

Összefoglalóan arra lehet következtetni, hogy az árpa növény esetében a talaj sótartalmának és lúgos kémhatásának növekedésével a csírázási százaléokban, a növekedés állapotában, a terméseredményekben jelentős csökkenés következik be. Ezzel szemben, a kontrollhoz viszonyítva kismértékű növekedés állt be a növények magasságában  $EC = 4$  mmhos/cm-es sótartalomig. A csírázás és a növények növekedése teljesen leállt  $EC = 24,3$  mmhos/cm-es sótartalomnál és  $ESP = 60,2$ -nél. Az előbbi jellemzőkben bekövetkező 50%-os csökkenést figyeltünk meg  $EC = 12,3$  mmhos/cm-nél és  $ESP = 30,1$ -es értéknél. A talajok sótartalmának és lúgos kémhatásának növekedésével a növények P, Ca, Mg-tartalma csökkent, Na-tartalma viszont növekedett. Ezeknek a tápelemeknek a felvétele a talajtulajdonságok leromlásának előrehaladásával csökkent. A kapott adatok arra engednek következtetni, hogy az árpa jobban tűri a talajok sótartalmát, mint a lúgos, szódás közeget. A talaj szerkezetének leromlásától, annak mértékétől függően, alkalmas javítóanyagok (mint pl. a gipsz) felhasználása, a sós talajokon pedig kimosás és drénezés szükséges ahhoz, hogy e talajokon jó árpatermést érthessünk el.

## Összefoglalás

Tenyészedény kísérletet végeztünk, hogy tanulmányozzuk az árpa növekedését és tápanyagfelvételét a Gangesz-allúvium talajain különböző sótartalom és alkáli szint mellett. A csírázásban és a növekedésben jelentős mértékű depresszió következett be, amint a sótartalom, amit az elektromos vezető-képességgel (EC) mértünk:  $EC = 4$  mmhos/cm fölé emelkedett. A bekövetkező csökkenés  $EC = 12,3$  mmhos/cm esetén 50%-os volt. A csírázás 90%-os csökkenése  $EC = 28,3$  mmhos/cm-nél, a növénymagasság 90%-os csökkenése pedig  $EC = 20,3$  mmhos/cm-nél következett be. A szárazanyag hozamban és a szemtermésben jelentkező csökkenés  $EC = 16,3$  mmhos/cm-nél és afelett kezdett egyre kifejezettebbé válni.  $EC = 24,3$  mmhos/cm esetén sem szárazanyag hozamot, sem szemtermést nem tudtunk mérni.

A sótartalomhoz képest az egyes alkáli szintek nagyobb negatív hatást gyakoroltak az árpa csírázására, növénymagasságára, szárazanyag-tartalmára és szemtermésére.

Az alkáli szintet a kicserélhető  $Na^+$  %-os értékével (ESP) mértük.  $ESP = 30,1$ -nél a csökkenés 50%-os volt, és a fenti paramétereket nem tudtuk mérni  $ESP = 60,2$ -nél. A növényi tápanyagokat illetően a nitrogén koncentrációja növekedett, a nitrogénfelvétel pedig csökkent a sótartalom, illetve az alkalinitás növekedésével. Ez a tény elsősorban a csökkent növénymagasság és a kisebb szárazanyag hozam eredménye.

A foszfor, kalcium és magnézium koncentrációja, valamint felvétele csökkent, a nátriumfelvétele és koncentrációja pedig növekedett a talaj sótartalmának és alkalinitásának növekedésével. Az adatok azt igazolták, hogy az árpa viszonylag jobban tűri a talaj sótartalmát, mint lúgos kémhatását.

## Irodalom

- [1] AGARWAL, R. R. & YADAV, J. S. P.: Salinity-cum alkali scale to evaluate saline alkali soils for crop responses. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **4**, (3) 141–145. 1956.
- [2] AGARWAL, S. C., MEHROTRA, N. K. & SINHA, B. K.: Influence of exchangeable sodium on the growth and chemical composition of plants. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **12**, (1) 7–24. 1964.
- [3] BAINS, S. S. & FIREMAN, M.: Effect of ESP on the growth and absorption of essential nutrients and sodium by 5 crops. *Agron. J.* **56**, 432–434. 1964.
- [4] BAJWA, M. S. & BHUMBLA, D. R.: Relationship between root CEC and sodium tolerance of different crops. *Plant and Soil*. **34**, 57–63. 1971.
- [5] CARLOS, T. T. B. & BINGHAM, F. T.: Salt tolerance of Mexican wheat. 1. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **37**, 711–715. 1973.
- [6] CHANG, C. W. & DRAGNE, H. E.: Effects of exchangeable sodium on the soil properties and on the growth and cation content of alfalfa and cotton. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **19**, 29–35. 1955.
- [7] FERGUSON, W. S. & HEADIN, R. A.: Effect of soluble salt on plant response to the classification of P. *Canad. J. Soil Sci.* **93**, 210–218. 1963.
- [8] JACKSON, M. L.: Soil chemical analysis. Prentice Hall. London 1962.
- [9] MAGISTAD, O. C.: Plant growth relations on saline and alkali soils. *Bot. Rev.* **11**, 181–230. 1945.
- [10] MALIWAL, G. L. & PALIWAL, K. V.: Salt tolerance studies of some varieties of wheat on germination stage. *Indian J. Plant Physiol.* **10**, 26–35. 1967.
- [11] NOURI, A. K. H. et al.: Influence of soil salinity on production of dry matter, uptake and distribution of nutrients in barley. *Agronomy J.* **62**, 43–45. 1970.
- [12] PEARSON, G. A. & BERNSTEIN, L.: Influence of ESP on the yield and chemical composition of plants. *Soil Sci.* **86**, 254–261. 1958.



- [13] POONIA, S. R., VIRMANI, S. M. & BHUMBLA, D. R.: Effect of ESP of soil on the yield, chemical composition and uptake of Ca by wheat. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **20**. (2) 183–185. 1972.
- [14] SHING, N. T., BHUMBLA, D. R. & KANWAR, J. S.: Effect of gypsum alone and in combination with plant nutrients on crop yields of a saline sodic soil. *Indian J. Agric. Sci.* **39**. (1) 1–8. 1969.
- [15] SING, M. & LAL, P.: Salt tolerance of seeds of black gram during germination stage. *Indian J. Agric. Sci.* **49**. (2) 135–139. 1971.
- [16] SINELNKOVA, V. N.: Effect of chloride and sulphate salinization on N-metabolism of plants. *Trudy po prikladovi Botanike Genetike Ietektisi* **43**. (1) 191–199. 1970.

*Érkezett: 1980. március 5.*

## Effect of Varying Levels of Soil Salinity and Alkali on Growth and Nutrient Uptake of Barley

C. P. BHATNAGAR and J. S. P. YADAV

Central Soil Salinity Research Institute, Karnal (India)

### Summary

An investigation was undertaken in the pots to study the growth performance and nutrient uptake of barley at varying levels of salinity and alkali in the soil of the Gangetic alluvium. A progressive depression in the germination and plant height occurred as the salinity levels increased beyond EC 4 mmhos/cm, there being 50% reduction at EC 12.3 mmhos/cm. 90% reduction was observed at EC 28.3 mmhos/cm in respect of germination and at EC 20.3 mmhos/cm in respect of plant height. The decrease in dry matter production and grain yield became more pronounced at EC 16.3 mmhos/cm and above, there being no dry matter and grain yield at EC 24.3 mmhos/cm. As compared to soil salinity, the alkali levels proved more detrimental to germination, height growth, dry matter production and grain yield of barley. 50% reduction occurred at ESP 30.1 and there was complete failure at ESP 60.2.

As regards nutrient uptake, the concentration of N in the plant material increased and the total N-uptake decreased with an increase in salinity and alkali level of the soil due to stunted growth and lower dry matter production. Both the concentration and total uptake of P, Ca and Mg decreased and that of Na increased with an increase in soil salinity and alkali. The data suggest that barley is comparatively more tolerant to soil salinity than to soil alkali conditions.

*Table 1.* Initial characteristics of the soil. (1) Saturation %. (2) EC (mmhos/cm). (3) CEC (me/100 g). (4) Exchangeable  $\text{Na}^+$  % (ESP). (5) Organic C %. (6) Total N %. (7) Mechanical composition %: coarse sand, fine sand, silt, clay.

*Table 2.* Effect of different levels of soil salinity and alkali on the growth and grain yield of barley. (1) Treatments: a) Control; b) Salinity levels ( $\text{EC} \times 10^3$ ); c) Alkali levels (ESP). (2) Germination %. (3) Plant height (cm). (4) Dry matter g/pot. (5) Grain yield and (6) Straw yield g/pot.

*Table 3.* Effect of different levels of soil salinity and alkali on uptake of N, P, Ca and Mg by barley plants at maturity. (1) Treatments (notes see for Table 2.). (2) Uptake mg/pot.

## Wirkung des Salzgehaltes der Böden auf das Wachstum und auf die Nährstoffaufnahme der Gerste

C. P. B. BHATNAGAR und J. S. P. YADAV

Forschungszentrale für Alkali-(Szik-)böden, Karnal, Haryana (Indien)

### Zusammenfassung

In einem Gefäßversuch wurden das Wachstum und die Nährstoffaufnahme der Gerste auf den Alluvialböden des Ganges bei verschiedenem Salzgehalt und verschiedenen Alkalistufen studiert. Sobald der Salzgehalt über  $EC = 4$  mmhos/cm anstieg, trat im Keimen und in dem Wachstum eine bedeutende Depression auf. Diese betrug bei  $EC = 12,3$  mmhos/cm 50%. Bei  $EC = 28,3$  mmhos/cm sank die Keimung um 90%, bei  $EC = 20,3$  mmhos/cm die Pflanzenhöhe um 90%. Die Abnahme in der Trockensubstanzproduktion und in dem Kornertrag zeigte sich bei  $EC = 16,3$  mmhos/cm und wurde darüber immer ausgeprägter. Bei  $EC = 24,3$  mmhos/cm konnte weder die Menge der Trockensubstanz, noch der Kornertrag bestimmt werden.

Die hemmende Wirkung der einzelnen Alkalistufen war derjenigen der Salzgehalte überlegen. Bei  $ESP = 30,1$  war die Abnahme der Keimung, des Pflanzenwachstums, sowie der Trockensubstanz- und Kornproduktion um 50% und bei  $ESP = 60,2$  konnten diese Parameter nicht mehr bestimmt werden. Was die Nährstoffaufnahme betrifft nahm die Stickstoffkonzentration zu, die Stickstoffaufnahme aber ab, als der Salzgehalt und die Alkalinität anstiegen. Diese Erscheinung hängt in erster Reihe von der geringeren Pflanzenhöhe und Trockensubstanzproduktion ab. Mit der Zunahme des Salzgehaltes und der Alkalinität im Boden nahmen die Konzentration und Aufnahme von Phosphor, Calcium und Magnesium ab, dieselben Parameter aber im Falle von Natrium zu. Die Ergebnisse bewiesen, dass die Gerste den Salzgehalt des Bodens besser verträgt, als dessen alkalische Reaktion.

Tab. 1. Kennwerte des untersuchten Bodens zu Versuchsbeginn. (1) Sättigungs-%. (2) Elektrische Leitfähigkeit ( $EC$ ), mmhos/cm. (3) Adsorptionskapazität ( $T$ ), mval/100 g ( $CEC$  me/100 g). (4) Austauschbares  $Na^+$  in % ( $ESP$ ). (5) Organischer C-Gehalt, %, (6) Gesamtes N, %. (7) Körnung, %: grober und feiner Sand, Schlamm und Ton.

Tab. 2. Wirkung der verschiedenen Salzgehalte und Alkalistufen auf das Wachstum und den Kornertrag der Gerste. (1) Varianten: a) Unbehandelt; b) Salzgehaltsstufen ( $EC \times 10^3$ ); c) Alkalistufen, austauschbares  $Na$  in % ( $ESP$ ). (2) Keimung, %. (3) Pflanzenhöhe, cm. (6) Trockensubstanz, g/Gefäß. (5) Kornertrag und (6) Strohertrag, g/Gefäß.

Tab. 3. Wirkung der verschiedenen Salzgehalte und Alkalistufen auf die N-, P-, Ca-, Mg- und Na-Aufnahme, sowie auf deren Konzentration bei der Gerste im Reifezustand. (1) Varianten: s. Tab. 2. (2) Aufnahme, mg/Gefäß.

## Влияние содержания в почве солей на рост ячменя и усвоение питательных веществ

Ц. П. Б. БХАТНАГАР и Я. Ш. П. ЯДАВ

Центральный институт засоленных почв, Карнал, Харьяна (Индия)

### Резюме

В вегетационных опытах изучали влияние различного содержания солей и щелочности в аллювиальных почвах Ганга на рост ячменя и усвоение питательных веществ. При увеличении концентрации солей сверх  $EC = 4$  ммхос/см наблюдали значительную депрессию в прорастании семян и росте ячменя. При  $EC = 12,3$  ммхос/см снижение составило 50%. 90%-е снижение прорастания семян наступало при  $EC = 28,3$  ммхос/см, 90%-е снижение роста ячменя — при  $EC = 20,3$  ммхос/см. При  $EC = 16,3$  ммхос/см снижалась продукция сухого вещества и урожай зерна, дальнейшее увеличение  $EC$  вызвало дальнейшее снижение этих параметров. При  $EC = 24,3$  ммхос/см образование сухого вещества и зерна прекратилось.

Различная щелочность почвы отрицательнее сказывается на прорастании семян, росте ячменя, образовании сухого вещества и урожае зерна, чем содержание в почве солей.



При ESP — 30,1 наблюдали 50% снижение, а при ESP = 60% указанные параметры нельзя было измерить.

По мере увеличения содержания солей или щелочности увеличилась концентрация азота и снизилось его усвоение. Это объясняется, в первую очередь, снижением роста растений и выхода сухой массы.

При увеличении содержания солей и щелочности снизились концентрация и усвоение фосфора, кальция и магния и увеличилось усвоение и концентрация натрия. Результаты опытов подтвердили, что ячмень лучше выносит высокое содержание солей, чем высокую щелочность.

*Табл. 1.* Показатели для исходной почвы. (1) Процент насыщенности. (2) Электропроводность в ммхос/см. (ЕС). (3) Емкость поглощения (Т), мгэкв./100 г (СЕС ме/100 г). (4) Процентное содержание ионов обменного натрия (ESP). (5) Органический С%. (6) Общий азот в %. (7) Механический состав в %: Грубый и тонкий песок, или глина.

*Табл. 2.* Влияние различного содержания солей и щелочности на рост ячменя и урожай зерна. (1) Варианты: а) контроль. б) Концентрация солей ( $ЕС \times 10^3$ ). с) Щелочность (ESP). (2) Прорастание семян %. (3) Высота растений, см. (6) Выход сухой массы г/сосуд. (5) Урожай зерна и (6) урожай соломы в г/сосуд.

*Табл. 3.* Влияние различного содержания солей и щелочности на усвоение зрелым ячменем N, P, Ca, Mg, Na и на их концентрацию. (1) Варианты, смотри в таблице 2. (2) Усвоенный мг/сосуд.